

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D	24 JAN 2005
WIPO	PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 1月23日
Date of Application:

出願番号 特願2004-015934
Application Number:
[ST. 10/C] : [JP 2004-015934]

出願人 ミネベア株式会社
Applicant(s):

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願
【整理番号】 A-3439
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B23H 3/04
【発明者】
【住所又は居所】 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4106-73 ミネベア株
式会社 軽井沢製作所内
【氏名】 安田 知行
【発明者】
【住所又は居所】 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4106-73 ミネベア株
式会社 軽井沢製作所内
【氏名】 井出 淳
【特許出願人】
【識別番号】 000114215
【氏名又は名称】 ミネベア株式会社
【代表者】 山本 次男
【代理人】
【識別番号】 100112173
【弁理士】
【氏名又は名称】 中野 修身
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 063496
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

電極基材の表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）と溝（グループ）より成り、丘（ランド）により描かれる導電パターンの表面が、溝（グループ）に一体成型され埋め込まれ絶縁樹脂の表面より低く形成された電解加工用電極工具であって、両者の高低差が1～5 μ mであることを特長とする電解加工用電極工具。

【請求項 2】

絶縁樹脂が、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリイミド系樹脂から選ばれる1種であることを特徴とする請求項1に記載の電解加工用電極。

【請求項 3】

電解加工用電極工具の電極基材が、真鍮若しくはオーステナイト系ステンレスであり、絶縁層がエポキシ系樹脂であることを特徴とする請求項1に記載した電解加工用電極。

【請求項 4】

電極基材の表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンを作成し、次いで、電極基材の表面を絶縁樹脂でモールドし、さらに、絶縁樹脂の表面を機械的研磨加工することにより導電パターンの丘（ランド）を露出させ、次いで、導電パターンの丘（ランド）のみを化学的に溶解することを特徴とする導電パターン面が絶縁樹脂面より低く形成された電解加工用電極工具の製造方法。

【請求項 5】

電極基材の表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンを作成するに際し、丘（ランド）が溝（グループ）に落ち込む端部にアールを付けることを特徴とする請求項4に記載した導電パターン面が絶縁樹脂面より低く形成された電解加工用電極工具の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】電解加工用電極工具及びその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、電解加工に使用される電解加工用電極及びその製造方法に関し、更に詳しくは流体軸受に用いる動圧発生溝の凹部の電解加工を、高精度に長期間に亘って行うことができる電解加工用電極及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の動圧溝加工用の電極工具においては、図1に示すような非導電性材料として、電極基材1の表面にレジスト法により絶縁皮膜2を形成したものが知られている。このタイプの電極工具は、導電パターン3が微細になるほど電極基材1と非導電性材料との密着力が弱くなり、絶縁被膜2の剥離の発生率が高くなる。

また、被加工物表面に電極工具の導電部の露出パターンに対応した形状の動圧溝を形成する動圧溝加工装置において、電解加工用電極工具が、電極基材の表面を、樹脂微粒子を付着させて焼き付けてなる絶縁樹脂の層によって上記所定パターン以外の領域を被覆したものが知られている。さらに、電極基材の表面に、加工すべき動圧溝パターンの孔があらかじめ形成され樹脂シートを固定してなる構造のものを用いたものが知られている（特許文献1）。

さらに、微細な表面形状の電解加工に用いられる電解加工用電極工具においては、加工パターン以外の領域の絶縁被膜も微細になるため、これに用いられる非導電材料である絶縁樹脂体の基体に対する密着力が弱くなり易く、電解加工中に流される電解液の影響により、この絶縁体が剥離してしまうという問題があり、絶縁体に用いられる非導電性材料樹脂、この絶縁体が剥離してしまうと、電極工具に用いられる導電性基体は、紫外線あるいは熱等により硬化を行うものが多く、電極工具の密着性は一般的に低い。更にまた、このような微細な表面形状の電解加工は、電極工具と被加工物との加工間隙を狭く設定して行われることから、間隙の壁面に形成される絶縁被膜が電解液の流動から受けるせん断方向の力も大きい。このような絶縁被膜の剥離が発生すると、正確な加工パターンを被加工物に転写することができなくなる上、絶縁被膜の剥離片が電極工具と被加工物との加工間隙を詰まらせてしまうという問題も発生する。この剥離片の詰まりは、電解液の流れを部分的に阻害し、その部分の加工形状の不良を引き起こして、この被加工物を部材として使用している最終製品、つまり動圧軸受等の歩留まりを左右することとなる。また、この剥離片の詰まりは、最悪の場合、何らかの形で電気的短絡を引き起こし、電極工具と被加工物の両者に損傷を生じさせ、これらの交換で余儀なくされることもある。そこで、前記の目的を達成するために、表面に凹部を作業を余儀なくされることもある。そこで、前記の目的を達成するために、表面に凹部を形成すべき被加工物と、導電性基体の表面に所定パターンの導電部が形成されてなる電極工具と、電解液中に対向させて浸漬するとともに、これら被加工物と電極工具を加工用電源の正極および負極にそれぞれ接続して電流を流すことによって、被加工物表面に電極工具の導電部パターンに対応した形状の凹部を形成する電解加工用電極において、前記電極工具の表面における前記導電部パターン以外の領域には、絶縁被膜として電着塗装膜が形成されていることを特徴とする電解加工用電極工具が知られている（特許文献2）。

【0003】

また、図2に示すように、電極基材表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンの表面を絶縁樹脂でモールドし、その表面を機械的研磨加工することにより導電パターンの丘（ランド）を露出させたものが知られている。削り落とされた凹部に絶縁被膜2が埋め込まれ、表面が略平坦であるタイプの電極工具の場合は、電解液の流れに伴う力の影響は受けにくいものの、絶縁被膜2と導電基材1との界面に徐々に電解液が浸透し、最終的には絶縁被膜2が剥離するという問題は避けられない。

このタイプの電解加工用電極工具に関してさらに代表的な従来技術がある（特許文献3参照）。

ここには、電解加工用電極工具の被加工物に対向する部分のうち、動圧溝に対応しない部

分に凹部を形成して、該凹部に非導電性材料（絶縁樹脂2）を設け、この非導電性材で覆われない部分を電極露出部（電極パターン3）に形成すると共に、電極露出部（電極パターン3）の表面が、非導電性材料（絶縁樹脂2）の表面に対して面一となるように形成し、この電解加工用電極工具を用いて動圧溝の電解加工を行うようにした構成にして、軸受流体に軸支用の動圧を発生させる動圧溝を動圧軸受の動圧面に対して電解加工で所定の溝形状に加工するものである。このような構成を有する動圧軸受における動圧溝の電解加工方法においては、電極露出部（電極パターン3）の表面が非導電性材料（絶縁樹脂2）の表面に対して面一にされて電解加工が行われることから、転写精度を向上すべく加工間隙が狭くされても、加工により生じた電解生成物や温度上昇をした電解液の滞留がなされなくなつて電解条件が所望に保たれると共に、非導電性材料（絶縁樹脂2）に対する電解生成物の衝突に起因して発生する非導電性材料の剥離片による詰まりがなくされて電解液の流速低下が防止され、特に面一にされた場合にあっては凹凸がなくされることから電解液の流速低下がさらに防止され、しかもこのように流速低下が防止されることによって電流密度の低下が防止されて被加工物の加工表面の面粗さが向上されると共に、このように電流密度の低下が防止されることによって電解加工速度が高められるようになるとしている。

【0004】

【特許文献1】特開2002-79425号公報

【特許文献2】特開2003-340648号公報

【特許文献3】日本国特許3339792号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明者は、電極基材表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンの表面を絶縁樹脂でモールドし、その表面を機械的研磨加工することによる導電パターンの丘（ランド）を露出させるタイプの電解加工用電極工具において、微細な表面形状の電解加工においても精度よく被加工物の表面加工を行えると共に長期間の使用に耐える電解加工用電極工具及びその製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成する為に、本発明者は鋭意研究したところ、電極基材表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンの表面を絶縁樹脂でモールドし、モールド樹脂の表面を機械的研磨する際、研磨が電極基材表面の丘（ランド）まで達したとき、電極基材は絶縁樹脂に比して、金属特有の延性があるため、本来、谷であるべき部分まで、丘（ランド）が溝（グルーブ）への落ち込み方向へ向かって張り出す傾向にあり、これがバリの発生する大きな原因であることを突き止めた。

そこで、本発明者は、電極基材表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンにおいて、丘（ランド）が溝（グルーブ）への落ち込み方向へ向かって張り出さないようにし、正確な谷が作れるように工夫した。すなわち、電極基材の表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）と溝（グルーブ）より成り、丘（ランド）により描かれる導電パターンの表面が、溝（グルーブ）に一体成型され埋め込まれ絶縁樹脂面より低く形成された電解加工用電極工具であって、両者の高低差が1～5μmであることを特長とする電解加工用電極工具を見出した。

【0007】

また、本発明は、被加工物と、基体の表面に所定の導電パターンが形成されてなる電解加工用電極工具を、電解液中に対向させて浸漬し、被加工物と電極工具とをそれぞれ正極および負極に接続して電流を流すことにより、被加工物表面に所定の導電部パターンに対応した形状の凹部を形成させる電解加工用電極工具において、電解加工用電極工具の表面における導電パターンを、電極基材の表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンの表面を絶縁樹脂でモールドし、その表面を機械的研磨加

工することにより導電パターンの丘（ランド）を露出させ、次いで、導電パターンの丘（ランド）を化学的に溶解することにより得られる導電パターン面が絶縁樹脂面より低く形成された電解加工用電極工具であって、両者の高低差が1～5μmであることを特長とする電解加工用電極工具及びその製造方法である。

本発明において、電解加工用電極工具における導電パターン面が絶縁樹脂面より1～5μm低く形成することにより、バリの発生をなくすことができ、その結果、微細な導電パターンであっても、再現性が良い導電パターンを有する被加工物（ワーク）を20万個以上作れる電極工具が得られることがわかった。

また、高低差が1μm以下では、バリの発生が見られることがあり、高低差が5μm以上でもバリの発生確率は変わらず、導電パターンの丘（ランド）のみを化学的に溶解するのに時間がかかり、工程管理が難しくなる。とくに、高低差が3μm程度が良い。

【発明の効果】

【0008】

本発明の電解加工用電極工具は1個の工具で、微細な導電パターンであっても、再現性が良い導電パターンを有する被加工物（ワーク）を20万個以上作れることがわかった。また、バリの発生を抑える事が出来るので、微細な丘（ランド）パターンを正確に形成することができる。さらに、本発明の電解加工用電極工具の製造方法によれば、バリの発生しやすい電極基材や絶縁樹脂であっても、その組み合わせを選択することにより、バリの発生しない電解加工用電極工具を作成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明において用いる絶縁樹脂は、NaNO₃（硝酸ナトリウム）に代表される電解液に対して耐薬品性が高い材料であり、電極基材に対して密着力が良いものであれば、どのものでも良いが、代表的にはエポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリイミド系樹脂から選ばれる1種が望ましい、より好ましくはエポキシ系樹脂が良い。

さらに、本発明において用いる電解加工用電極工具の電極基材は、銅系合金あるいは鉄系合金が挙げられるが、銅系合金としては真鍮、鉄系合金としてはオーステナイト系ステンレス（SUS303, 304等）が挙げられる。

【0010】

また、本発明のもうひとつの形態は、電極基材の表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンを作成し、次いで、電極基材の表面を絶縁樹脂でモールドし、さらに、絶縁樹脂の表面を機械的研磨加工することにより導電パターンの丘（ランド）を露出させ、次いで、導電パターンの丘（ランド）のみを化学的に溶解することを特徴とする導電パターン面が絶縁樹脂面より低く形成された電解加工用電極工具の製造方法に関するものである。

さらに、本発明においては、電極基材の表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンを作成するに際し、丘（ランド）が溝（グループ）に落ち込む端部にアールを付けることにより、研磨加工中に丘（ランド）が溝（グループ）に落ち込む端部が拡張するのを防止させ、バリの発生を防ぐことができる。

【0011】

また、本発明において電極機材に溝加工を施し、凹部を形成する方法は、電解加工、ミーリング等の機械加工、レーザー加工、放電加工、またはショットブラスト等の方法を用いることができる。

また、本発明において絶縁樹脂の表面を機械的研磨加工する方法は、周知の研磨方法を採用することができる。

さらに、導電パターンの丘（ランド）のみを化学的に溶解する方法は、電極基材を酸やアルカリで溶解させるエッティングが挙げられる。電気化学的な電解加工によって行っても良い。

【実施例1】

【0012】

(電解加工用電極工具の作成例 1)

図3に示す手順により、電解加工用電極工具を作成した。

電極基材1として、銅系合金である真鍮を用いた。加工電極となる面を洗浄したのち、図5に示すパターンがランドになるように、ミーリング加工により溝加工を施した。導電パターン(丘ランド)3が得られた後、加工面を脱脂洗浄した。次いで、加工面の上からエポキシ樹脂でモールド成型加工した。硬いから絶縁樹脂が得られた。絶縁樹脂は、研磨により除去される絶縁樹脂層4と、研磨後に溝(グループ)に残るべき絶縁樹脂2より構成される。絶縁樹脂層4を研磨機で研磨することで、徐々に薄くして導電パターン(丘(ランド))3が見えるまで研磨した。丘(ランド)の溝(グループ)への落ち込む端部5付近に、ところどころバリが発生していた。

次いで、硝酸60%溶液に3秒間浸漬して、純水で洗浄した。導電パターン(丘(ランド))3がエッチングされて、バリが完全に取れていた。導電パターン面が絶縁樹脂面より低く形成された電解加工用電極工具が得られ、導電パターン面と絶縁樹脂面の高低差は2μmであった。

【実施例2】

【0013】

(電解加工用電極工具の作成例2)

図4に示す手順により、電解加工用電極工具を作成した。

電極基材1として、銅系合金である真鍮を用いた。加工電極となる面を洗浄したのち、図5に示すパターンがランドになるように、ミーリング加工により溝加工を施した。導電パターン(丘(ランド))3が得られた後、丘(ランド)が溝(グループ)に落ち込む端部にアールを付け加工面を洗浄した。次いで、加工面の上からエポキシ樹脂でモールド成型加工した。硬いから絶縁樹脂が得られた。絶縁樹脂は、研磨により除去される絶縁樹脂層4と、研磨後に溝(グループ)に残るべき絶縁樹脂2より構成される。絶縁樹脂層4を研磨機で研磨することで、徐々に薄くして導電パターン(丘(ランド))3が見えるまで研磨した。丘(ランド)の溝(グループ)への落ち込む端部5付近のバリ発生が殆んど見られなかった。

次いで、硝酸60%溶液に2秒間浸漬して、純水で洗浄した。導電パターン(丘(ランド))3がエッチングされて、バリが完全に取れていた。導電パターン面が絶縁樹脂面より低く形成された電解加工用電極工具が得られ、導電パターン面と絶縁樹脂面の高低差は3μmであった。

【実施例3】

【0014】

(電解加工用電極工具の作成例3)

図4に示す手順により、電解加工用電極工具を作成した。

電極基材1として、オーステナイト系ステンレスであるSUS304を用いた。加工電極となる面を洗浄したのち、図5に示すパターンがランドになるように、レーザー加工により溝加工を施した。

導電パターン3が得られた後、丘(ランド)が溝(グループ)に落ち込む端部にアールを付け、加工面を脱脂洗浄した。次いで、加工面の上からエポキシ樹脂でモールド成形加工した。硬いから絶縁樹脂2が得られた。絶縁樹脂層4を研磨することで、徐々に薄くして導電パターン(丘(ランド))3が見えるまで研磨した。丘(ランド)の溝(グループ)への落ち込む端部5付近のバリの発生が殆んど見られなかった。

次いで、硝酸60%溶液に3秒間浸漬して、純水で洗浄した。導電パターン(丘(ラ

ンド))3がエッチングされて、バリが完全に取れていた。導電パターン面が絶縁樹脂面より低く形成された電解加工用電極工具が得られ、導電パターン面と絶縁樹脂面の高低差は1μmであった。

【0015】

実施例3～8

実施例 1 及び 2 と同様にして表 1 に示す条件で電解加工用電極工具を作成し、実用に供した。その結果も併せて示す。

なお、従来例は実施例 1 においてエッティング工程のみを省いたものである。

【表 1】

実施例	電極基材	絶縁樹脂	高さ (μm)	アール加工	最小幅 (μm)	寿命 (万回)
1	真鍮	エポキシ	2	ナシ	2.5	2.0 以上
2	真鍮	エポキシ	3	アリ	2.0	2.0 以上
3	SUS304	エポキシ	1	アリ	2.0	2.0 以上
4	真鍮	ポリイミド	5	ナシ	2.5	2.0 以上
5	SUS304	エポキシ	3	ナシ	2.0	2.0 以上
6	SUS304	ポリイミド	3	ナシ	2.5	2.5 以上
7	SUS303	エポキシ	2	アリ	2.0	2.5 以上
8	SUS303	ポリイミド	3	ナシ	2.5	2.5 以上
従来例	真鍮	エポキシ	0	ナシ	3.0	2.0

最小幅：正規に復元できるパターンの最小の幅
寿命：電解加工用電極工具 1 個が、パターンの再現性を確保しながら製造できる限界個数

【0016】

実施例 1、2 で作成した電解加工用電極工具を用いて、被加工物（ワーク）に導電パターンを形成する例を図 6 示す。電極基材 1 と絶縁樹脂（溝）2 により形成した導電パターン丘（ランド）3 からなる電解電極工具と被加工物（ワーク）6 を図に示すように、電解液 8 が流れるスキ間（約 20 ~ 100 μm）を介して対峙させ、直流パルス電源 13 からのマイナスを電解加工用電極工具に、プラスを被加工物（ワーク）に接続する。

電解液貯蔵タンク内には、NaNO₃（硝酸ナトリウム）を 15 重量% 含有する電解液 8 が所定量蓄えられ、ポンプ 9 及びフィルター 10 を介して、電解加工用電極工具のハウジング内へ電解液を供給する電解液供給管 11 及び電解加工用電極工具のハウジング内から電解液を排出して電解液貯蔵タンクに戻す電解液排出管 12 が接続され、電解液 8 は、フィルター 9 で濾過されつつ循環されるように構成されている。

好ましい実施形態においては、電解加工部における電解液 8 の流速は、8 ~ 12 m/s となるように設定されている。

電圧 6 ~ 18 で直流パルス電源 13 から電解加工用電極工具とプラスを被加工物（ワーク）に電流を、1 から 5 秒間通電する。

被加工物（ワーク）6 のうち、電解加工用電極工具の導電パターン丘（ランド）3 に対応した被加工物（ワーク）6 の面のみが電解作用により削られて、凹となり、電解加工用電極工具の導電パターン丘（ランド）の形状を凹としたパターンが得られる。

【産業上の利用可能性】

【0017】

本発明の電解加工用電極工具は、バリの発生を抑える事が出来るので、バリに影響されない丘（ランド）幅のパターンを正確に形成する事が出来、さらに、本発明の電解加工用電極工具の製造方法によれば、バリが発生しやすい欠点がある電極基材や樹脂であっても、バリが発生を抑えることができるため、電極基材と樹脂の組み合わせを選択して、所望の特性の電極工具を作成することが可能となり、より小型の流体軸受の開発に寄与することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図 1】従来の電解加工用電極工具の断面図

【図 2】従来の別の電解加工用電極工具の断面図

【図 3】実施例 1 の工程図

【図 4】実施例 2 及び 3 の工程図

【図 5】導電パターンの模型図

【図 6】電解加工用電極工具の実施形態図

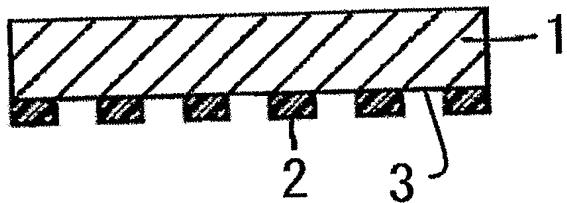
【符号の説明】

【0019】

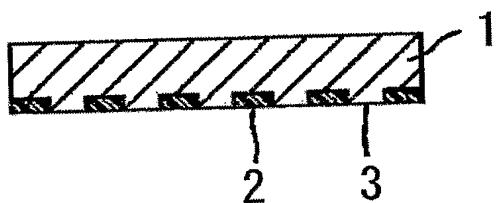
1 電極基材

- 2 絶縁樹脂（溝）
- 3 導電パターン（丘（ランド））
- 4 絶縁樹脂層
- 5 丘（ランド）の溝（グループ）への落ち込む端部
- 6 被加工物（ワーク）
- 7 被加工物上のパターン
- 8 電解液
- 9 ポンプ
- 10 フィルター
- 11 電解液供給管
- 12 電解液排出管
- 13 パルス電源

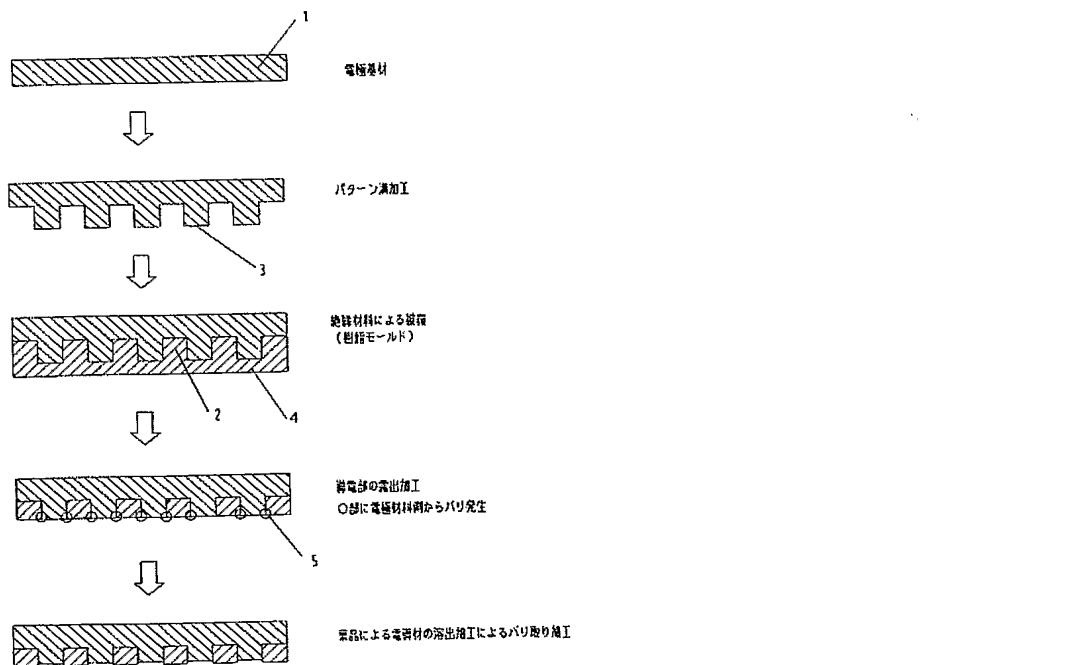
【書類名】 図面
【図 1】



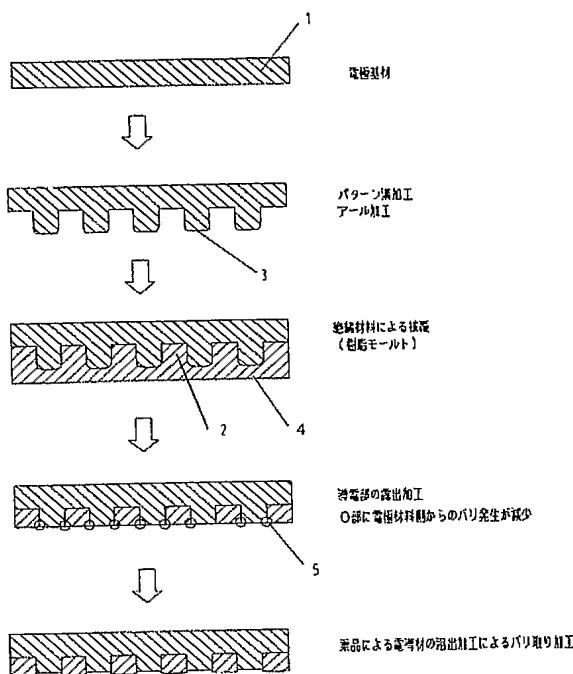
【図 2】



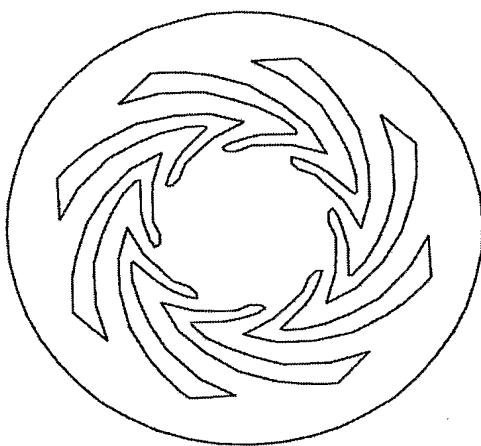
【図 3】



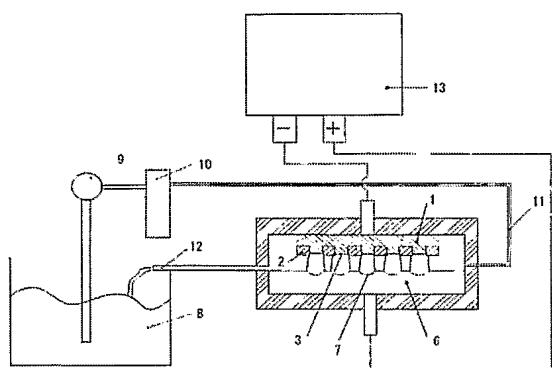
【図 4】



【図 5】



【図6】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】

電極基材表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンの表面を絶縁樹脂でモールドし、その表面を機械的研磨加工することにより導電パターンの丘（ランド）を露出させるタイプの電解加工用電極工具において、微細な表面形状の電解加工においても精度よく被加工物の表面加工を行えると共に長期間の使用に耐える電解加工用電極工具及びその製造方法を提供する。

【解決手段】

被加工物と、基体の表面に所定の導電パターンが形成されてなる電解加工用電極工具を、電解液中に対向させて浸漬し、被加工物と電極工具とをそれぞれ正極および負極に接続して電流を流すことにより、被加工物表面に所定の導電部パターンに対応した形状の凹部を形成させる電解加工用電極工具において、電解加工用電極工具の表面における導電パターンを、電極基材の表面を溝加工することにより設けられた丘（ランド）により描かれる導電パターンの表面を絶縁樹脂でモールドし、その表面を機械的研磨加工することにより導電パターンの丘（ランド）を露出させ、次いで、導電パターンの丘（ランド）を化学的に溶解することにより得られる導電パターン面が絶縁樹脂面より低く形成された電解加工用電極工具であって、両者の高低差が $1 \sim 5 \mu\text{m}$ であることを特長とする電解加工用電極工具及びその製造方法。

【採用図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2004-015934
受付番号	50400115229
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成16年 1月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成16年 1月23日
-------	-------------

特願 2004-015934

出願人履歴情報

識別番号 [000114215]

1. 変更年月日 1990年 8月23日
[変更理由] 新規登録

住 所 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4106-73
氏 名 ミネベア株式会社